

Case 8.164



341287

P A T E N T E  
D E  
I N V E N C I O N

por "PERFECCIONAMIENTOS EN O RELATIVOS A TRANSDUCTORES DE FUERZA", a favor de la firma británica THE SOLARTRON ELECTRONIC GROUP LIMITED, residente en Victoria Road, Farnboroug h, Hampshire (Inglaterra).

= . =

MEMORIA DESCRIPTIVA

Esta invención se refiere a aparatos medidores de fuerza.

En los aparatos medidores de fuerza en los que la distorsión de un anillo de material elástico se emplea para alterar el valor de una característica pasiva de un componente eléctrico, por ejemplo un condensador, es conocido. Tal aparato se describe en la patente estadounidense núm. 3.142.981. La patente suiza nº 390.576 expone el uso de una deflexión de una viga elástica mediante una fuerza



para alterar el valor de una característica pasiva de un componente eléctrico en aparatos medidores de fuerza.

De acuerdo con la presente invención, el aparato medidor de fuerza incluye un miembro de tirante com  
5. puesto que incorpora dos porciones extremas acopladas entre sí por cada una de una pluralidad de tirantes elásticos que están dispuestos angularmente regularmente en tor  
no de un eje, medios para excitar las vibraciones transversales de los tirantes substancialmente en una frecuencia de resonancia común, y medios para proporcionar una  
10. señal representativa de la frecuencia de las citadas vibraciones.

La invención se describirá ahora por vía de ejemplo con referencia a los dibujos que se acompañan, en  
15. los que :

La figura 1 es una vista en sección simplificada de una primera realización de la invención.

La figura 2 es una vista en sección transversal de la primera realización tomada en la línea 2-3 de  
20. la figura 1.

La figura 3 es una vista en sección simplificada de una segunda realización de la invención.

La figura 4 es una vista en sección simplificada de una tercera realización de la invención.

25. La figura 5 es una vista en sección simplificada de una cuarta realización de la invención.

La figura 6 muestra parte de otra realización de la invención.



La figura 7 es una vista en perspectiva que muestra en sección longitudinal una modificación de la realización mostrada en la figura 5.

5. La figura 8 es una vista en sección de una característica alternativa de la realización de la figura 8.

La figura 9 ilustra un tirante en una realización que emplea medios piezo-eléctricos, que mantienen las vibraciones transversales.

10. La figura 10 ilustra un tirante de una realización ulterior que emplea medios piezo-eléctricos para mantener vibraciones transversales.

15. A las partes respectivas que se corresponden de las realizaciones mostradas se les da los mismos números de referencia.

20. Haciendo referencia a la figura 1, se muestra un aparato medidor de fuerza, que incluye un miembro de tirante compuesto que comprende dos barras substancialmente idénticas 11 y 12 formadas integralmente con dos piezas extremas de conexión 13 y 14 que sirven para acoplar las barras 11 y 12 a dos barras alineadas 15 y 16 y agarrar efectivamente los extremos de las barras 11 y 12. Alternativamente las dos barras pueden estar formadas separadamente y aseguradas rígidamente a las dos piezas extremas.

25. La barra 15 y un disco 17 que se aseguran rígidamente entre sí, comprenden un primer miembro transmisor de fuerza. El segundo miembro transmisor de fuerza comprende la barra

341287



16 y una pared extrema 18 de un recipiente rígido cilíndrico 19 al cual se asegura rígidamente la barra 16.

5. El disco 17 y las barras 15 y 16 son coaxiales con el recipiente cilíndrico 19, las barras 11 y 12 son paralelas al eje 20 del recipiente 19 y desplazadas igualmente de él, como puede verse en la figura 2. Así, en el funcionamiento, las fuerzas pueden aplicarse de forma que las barras 11 y 12 a través de los miembros transmisores de fuerza actúen sobre las barras 11 y 12 igualmente en compresión e igualmente en tensión. Asimismo, las barras 11 y 12 se hallan dispuestas angularmente en forma regular en torno del eje 20.

10. Un anillo flexible estanco a los fluidos 21 se asegura al disco 17 y a la orilla 22 del recipiente 19, por lo cual completa un recinto estando a los fluidos formado por el recipiente 19, el disco 17 y el anillo 21, que se llena con un gas que proviene de una presión de referencia o se evacúa. Alternativamente, el disco y el anillo pueden estar formados integralmente.

15. En el funcionamiento, el recipiente 19 se asegura en la pared de una cámara, no mostrada, en la que está contenido un fluido de forma que la presión del fluido se aplica sobre las superficies exteriores del disco 16 y del anillo 21. Una diferencia entre la presión del fluido y la presión de referencia ocasiona el que las fuerzas se apliquen igualmente a las barras 11 y 12.

20. Las barras 11 y 12 son de metal no ferromagné-

341287



- tico y están conectadas en paralelo a través de las conexiones de salida de un amplificador de mantenimiento 25. Un par de imanes de barra permanente 23 y 24 se montan dentro del recipiente 19 de forma que apliquen campos magnéticos
5. fijos transversalmente a través de las regiones centrales de las barras 11 y 12, pasando el campo magnético a través de la barra 11 que es paralela pero dirigida opuestamente al campo magnético que pasa a través de la barra 12, y siendo ambos campos magnéticos perpendiculares al plano que
  10. contiene el eje longitudinal de las barras 11 y 12. Se unen medidores de tensión 26 y 27 a las barras 11 y 12 respectivamente para verificar la vibración transversal de las barras 11 y 12 en un plano común y se acoplan a las conexiones de entrada de un pre-amplificador 28 que se acopla a las
  15. conexiones de entrada del amplificador de manutención 25 a través de una red variadora de fase 29.

En el funcionamiento, las barras 11 y 12 se mantienen en vibración transversal en una frecuencia de resonancia común mediante realimentación a través de los amplificadores 25 y 28 y la red variadora de fase 29. Las corrientes eléctricas del amplificador de manutención 25 que pasan a través de las barras 11 y 12 son corrientes alternas que son de la misma frecuencia que la vibración transversal de las barras 11 y 12 y pasa a través de sus magnitudes instantáneas cero cuando las barras pasan a través de sus posiciones que quedan no cargadas. Puesto que los campos magnéticos están dirigidos opuestamente, las barras 11



y 12 vibran en fase, con respecto al eje 20, que corresponden a los puntos a lo largo de las longitudes de las barras que se mueven en direcciones opuestas con respecto una a otra, excepto en los nodos.

5. El doblado de las barras 11 y 12 se verifica mediante medidores de tensión que en respuesta generan una señal que se amplifica mediante el preamplificador 28. La señal de los reguladores de tensión se emplea para modular la corriente que fluye a través de las barras 11 y 12, tanto en amplitud como en dirección. Puesto que la señal alcanza su valor de ciclo cuando las barras 11 y 12 están más dobladas, la red variadora de fase 29 está provista para acoplar el preamplificador 28 al amplificador de mantenimiento 25 y fija así la fase de la señal de los reguladores de tensión de forma que la corriente eléctrica que fluye a través de las barras 11 y 12 está en su valor de pico cuando las barras están derechas. Así una corriente eléctrica substancialmente sinusoidal, que tiene la misma frecuencia que la frecuencia de la vibración transversal de las barras 11 y 12 pero  $\pi/2$  radianes fuera de la fase con que la genera, por lo cual la vibración transversal de las barras se mantiene. Se incluyen filtros en el amplificador de mantenimiento 25 para restringir la zona de frecuencias propagadas en él cuando se requiera. Las barras 11 y 12 se ajustan en vibración o mediante una vibración mecánica ligera o mediante paso de ruido eléctrico en el amplificador 25 como un resultado de la introducción en el aparato



eléctrico 25, 28 y 29.

341287

- La frecuencia de la vibración transversal de las barras 11 y 12 depende de las fuerzas aplicadas a ellas, y puede medirse indirectamente por medida de la
5. frecuencia de las corrientes alternas que pasan, en el funcionamiento, a través de las barras 11 y 12. Un medidor de frecuencia 30 se acopla al circuito de salida del amplificador de mantenimiento 25 para medir la frecuencia de las citadas corrientes alternas. Por consiguiente puede medirse una zona de presiones de fluido mediante el
10. transductor de fuerza después de la calibración.

- En otras realizaciones, la vibración transversal de las dos barras puede mantenerse por medio de otro que el utilizado en la primera realización, por ejemplo, las barras pueden formarse compuestamente de material piezo-eléctrico y mantenidas en vibración transversal mediante realimentación de verificadores piezo-eléctricos, o las barras pueden ser de metal ferromagnético y pueden mantenerse en vibración electromagnéticamente mediante realimentación de bobinas detectoras a los electroimanes.
- 15.
- 20.

- Donde debe utilizarse una realización para medir la presión de fluidos peligrosos, tal como fluidos radioactivos, puede ser ventajoso prever medios para mantener vibración que se sitúan externamente al recipiente o carcasa del transductor, por ejemplo, los medios que imprimen electroimanes, siendo las barras de material magnético
- 25.



y siendo la carcasa de acero inoxidable no-ferromagnético, por lo cual se elimina la necesidad de sellados eléctricos en la carcasa para guarnecer a los medios de mantener vibración. Pueden utilizarse otros medios para mantener vibración que incluyen elementos ópticos y electrostáticos.

Haciendo referencia a la figura 3, se muestra una segunda realización, en la que el primer miembro transmisor de fuerza comprende una barra 15 y dos discos 31 y 32, a los cuales se asegura rígidamente la barra 15. Los dos discos 31 y 32 están asegurados rígidamente y espaciados entre sí mediante una barra 33 coaxial con ellos. Se unen unos primeros fuelles 34 al disco 31 y una pared anular interna rígida 35 de un recipiente 19. Se unen unos segundos fuelles 36 al disco 32 y la orilla 22 del recipiente 19. Una entrada 37 roscada en la pared cilíndrica del recipiente 19 permite la entrada de un primer fluido en una cámara limitada por los discos 31 y 32, los fuelles 34 y 36, la pared anular 35 y parte de la pared cilíndrica del recipiente 19. En el funcionamiento, el recipiente 19 se asegura en la pared de una cámara ulterior, no mostrada, en la cual está contenido un segundo fluido de forma que la presión del segundo fluido se aplica sobre la superficie exterior del disco 32 y los fuelles 36. El compartimento formado en el recipiente 19 entre la pared extrema 18 y el disco 31 se evacua.

Están previstos medios, no mostrado, para oca



sionar el que las dos barras 11 y 12 vibren transversalmente en fase en una frecuencia de resonancia común.

- En el funcionamiento, se aplican igualmente fuerzas a las barras 11 y 12 substancialmente como un resultado de una diferencia entre las presiones de los primeros y segundo flúidos que actúan en el disco 32. La respuesta de forma común, que es la relación de la respuesta a la suma de las presiones a la respuesta a la diferencia entre las presiones es substancialmente proporcional a la relación del área del disco 31 al área del disco 32, y por consiguiente puede ser pequeña en comparación con la unidad.

- Una tercera realización mostrada en la figura 4, difiere de la segunda realización en que el segundo miembro transmisor de fuerza no incluye la pared extrema 18 del recipiente 19. En cambio, el segundo miembro transmisor de fuerza comprende la barra 16 asegurada a los dos discos 41 y 42, que se aseguran rígidamente a y se espacian de una barra 43. Los discos 41 y 42 y la barra 43 son coaxiales con el recipiente cilíndrico 19. Unos fuelles 44 se unen al disco 41 y a una pared anular interna rígida 45 los recipientes 19. Otros fuelles 46 se unen al disco 42 y a una pared anular interna rígida 48 del recipiente 19. Una entrada 47 roscada en la pared cilíndrica del recipiente 19 permite la entrada de un primer fluido en una cámara limitada por los discos 41 y 42, los fuelles 44 y 46, y parte del recipiente 19. El recinto formado entre la pa-



red extrema 18 y el disco 42, y el compartimento formado entre los discos 31 y 41 se evacuan.

Puede aplicarse un segundo fluido a la superficie exterior del disco 32, en el funcionamiento, como se describe con referencia a la segunda realización.

La respuesta de forma común de la tercera realización puede anularse substancialmente al hacer el área sobre la cual se aplica el primer fluido al disco 42 mayor que el área sobre la cual se aplica al disco 41 mediante una cantidad igual al áreas sobre la cual se aplica al disco 31.

En la figura 5, se muestra una cuarta realización en la que dos barras elásticas 11 y 12, provistas con medios para ocasionarles la vibración transversalmente en fase a una frecuencia de resonancia común (no mostrada), se aseguran cada una a un extremo mediante un anillo rígido 52 a una carcasa cilíndrica 53, sirviendo el anillo y la carcasa como un primer miembro transmisor de fuerza. Los otros extremos de las barras 11 y 12 se forman integralmente con una pieza extrema 51, que se asegura a un segundo miembro transmisor de fuerza formado de dos partes. Una parte del cilindro miembro transmisor de fuerza comprende una barra 54 asegurada a un disco 55, y la otra parte del segundo miembro transmisor de fuerza comprende otra barra 54 asegurada a otro disco 56. Las barras 54 y los discos 55 y 56 son coaxiales.

Los discos 55 y 56 son de la misma medida, y .



se proyectan más allá y están conectados mediante respectivos fuelles a los extremos de la carcasa 53. El disco 55 forma una pared de una primera cámara 57 que, en el funcionamiento, se llena con un segundo fluido. El compartimento entre los discos 55 y 56 se evacua.

5. La realización es substancialmente simétrica en cualquier plano a través de los ejes de la carcasa 53.

En el funcionamiento, una diferencia entre las presiones del primero y segundo fluidos ocasiona fuerzas iguales al ser aplicadas a las barras 11 y 12.

Haciendo de nuevo referencia a la figura 1, se ha hallado que, en el funcionamiento, los centros de las piezas extremas 13 y 14 vibran, moviendo en direcciones opuestas, en dos veces la frecuencia de vibración de las barras 11 y 12, pero con comparativamente amplitud pequeña previsto que las barras 11 y 12 son suficientemente largas en comparación con su separación. Con objeto de reducir la vibración de los centros de las piezas extremas puede además emplearse el miembro de tirante con puesto mostrado en la figura 6 en una realización de la presente invención.

En la figura 6, las dos barras elásticas 61 y 62 están formadas integralmente con dos piezas extremas 63 y 64. Las líneas centrales 65 y 66 de las barras 61 y 62 se inclinan respectivamente de sus extremos hacia un eje 67 que pasa a través de los centros de las piezas extremas 63 y 64.

25.



En otras realizaciones, el miembro de tirante compuesto comprende un anillo circular o elíptico que, en el funcionamiento, sufre vibraciones de flexión en su plano. Se aseguran un primero y segundo miembros transmisores de fuerza al anillo diametralmente opuestos entre sí, definiendo las posiciones de fijación de, los miembros transmisores de fuerza las porciones extremas del miembro de tirante compuesto y los segmentos opuestos del anillo intermedio las posiciones de fijación de los miembros transmisores de fuerza que constituyen los tirantes elásticos que vibran en fase en o substancialmente en una frecuencia común de resonancia.

Se ha hallado que la variación en la frecuencia de la vibración transversal de los tirantes de una realización con variación en las fuerzas aplicadas a los tirantes es útil en una estrecha zona al punto de rotura por flexión del miembro de tirante compuesto. Una estructura elástica precargada, tal como un anillo precargado y tope pueden incluirse en un miembro transmisor de fuerza para servir, en el funcionamiento, como una varilla rígida, por ejemplo, hasta que se alcanza una resistencia a la compresión predeterminada y luego se transmite una resistencia substancialmente constante durante el incremento de esfuerzo. Pueden estar previstos topes rígidos en un transductor de fuerza para limitar los movimientos de deformación del miembro de tirante compuesto, como se muestra por ejemplo en 70 en la figura 1.



Las realizaciones de la presente invención pueden utilizarse para otros propósitos que la medida de presiones de fluido. Por ejemplo, puede utilizarse una realización de la presente invención para medir fuerzas de inercia dispuestas mediante aceleraciones, o fuerzas de campo, tal como fuerzas de gravitación.

5.

Los aparatos medidores de fuerza de acuerdo con la presente invención pueden construirse de modo que los tirantes elásticos son en la forma de tubos o barras huecas. En una realización, en la que se utilizan dos tubos, los tubos son paralelos al eje de un recipiente cilíndrico y desplazados igualmente de él.

10.

Además, pueden construirse aparatos medidores de fuerza de acuerdo con la presente invención que tienen más de dos tirantes elásticos.

15.

Una realización ulterior de la presente invención incluye como el miembro de tirante compuesto, un cilindro hueco de metal ferromagnético en la pared cilíndrica de la cual se forman ranuras longitudinales amplias de idénticas dimensiones para la salida de una pluralidad de tirantes elásticos en la forma de tiras espaciadas igualmente en forma angular en torno y que descansan paralelas al eje del cilindro. Un extremo del cilindro se cierra mediante una pared extrema que sirve como un primer miembro transmisor de fuerza. Un anillo estanco al fluido se asegura a la pared extrema y a la orilla de un recipiente cilíndrico que aloja el miembro del tirante compuesto. El

20.

25.

341287



- segundo miembro transmisor de fuerza comprende un ala y un faldón externamente roscado integral con ella que se forma en el otro extremo del miembro de tirante compuesto. El miembro de tirante compuesto se monta atornillado
5. en la carcasa por medio del citado faldón. En el funcionamiento, la presión de un líquido que llena un tanque en la pared del cual se asegura el recipiente, actúa sobre la superficie exterior de la pared extrema del miembro de tirante compuesto. El miembro de tirante compuesto se
10. comprime paralelo a su eje longitudinal mediante la fuerza debida a la presión diferencial que actúa en la pared extrema y la reacción a la que fuerza la presión debajo del recipiente que está a una presión de referencia baja. Tal realización puede estar provista con una o aún una
15. pluralidad de tiras. Un cuerpo de resina sintética terme fraguada se monta dentro preespaciada del miembro de tirante compuesto. Una bobina de impulsión y una bobina de aceleración se embeben en el cuerpo de resina sintética y se acoplan eléctricamente a través de un amplificador
20. para constituir un lazo de realimentación para mantener las vibraciones transversales de cada una de las tiras. Las bobinas de alimentación y aceleración están provistas de núcleos respectivos magnéticos permanentemente. los ejes de las bobinas que interceptan el eje del miembro
25. de tirante compuesto perpendicularmente y que descansan perpendiculares entre sí disminuye el acoplamiento directo. Una orientación óptima del eje de la bobina de ali

341287



mentación para mantener vibraciones transversales de las tiras puede hallarse empíricamente. Las tiras en el funcionamiento vibran en fase relativamente entre sí al eje del miembro de tirante compuesto, es decir, los puntos

5. medios de todas las tiras alcanzan sus puntos respectivos de desplazamiento máximo desde el eje del miembro de tirante compuesto, simultáneamente. En realizaciones similares, que emplean medios diferentes apropiados para crear las vibraciones transversales de las tiras, pueden

10. mantenerse otras formas de relación de fase de las vibraciones de las tiras.

La figura 7 ilustra una realización ulterior de la presente invención, en la que un miembro de tirante compuesto, que tiene un par de tiras centrales 11 y

15. 12, que son integrales con sus piezas extremas 14 y 15, se forma de una aleación inoxidable ferromagnética Ni-Span-C 902 (marga registrada).

Ni-Span-C 902 es una aleación de hierro-niquel-cromo producida por la Huntington Alloy Products Division of the International Nickel Company, Incorporated, de Huntington, West Virginia, y tiene la composición química de límite siguiente :

20.

|     |                      |                |
|-----|----------------------|----------------|
|     | Niquel (más cobalto) | 41,0 a 43,50 % |
|     | Cromo                | 4,90 a 5,75 %  |
| 25. | Titanio              | 2,20 a 2,75 %  |
|     | Aluminio             | 0,30 a 0,80 %  |
|     | Carbono              | 0,06 % máximo  |
|     | Manganeso            | 0,08 % máximo  |

341287



|         |               |
|---------|---------------|
| Silicio | 1,00 % máximo |
| Fósforo | 0,04 % máximo |
| Hierro  | Resto         |

Ulteriores detalles de las propiedades de

5. Ni-Span C 902 se dan en Technical Bulletin T-31 de la Huntington Alloy Products División.

- El miembro de tirante compuesto se constituye de forma que una cara de la tira 11 se opone a una cara de la tira 12, por lo cual se permite una frecuencia más baja de la vibración transversal de las tiras 11 y 12 en el plano común que pasa a través de sus ejes, que en planos respectivos perpendiculares al citado plano común. En una realización construida como se muestra en la figura 7, cada tira es aproximadamente de veinte milésimas de pulgada en espesor, ciento cuarenta y cuatro milésimas de pulgada de profundidad, y una pulgada y media de largo. Cada pieza extrema, y por consiguiente el miembro de tirante compuesto, es aproximadamente de cuatrocientas cuarenta milésimas de pulgada de ancho.

20. La pieza extrema 14 está soldada a la barra 54, que es de metal no ferromagnético, en un plano formado en la barra. Un plano ulterior formado en la barra 54 proporciona un huelgo entre la barra y la pieza extrema 15. La pieza extrema 15 se suelda a un espaldón formado en el anillo rígido 52 a través del cual pasa libremente la barra 54.



El anillo 52 se suelda a un extremo de la carcasa de metal cilíndrica no ferromagnética 53. Una placa extrema de metal 31 soldada al anillo 52 se incorpora al anillo flexible 21 y el disco 55, una placa extrema de metal similar 32 soldada al otro extremo de la carcasa 53 incorpora un anillo flexible ulterior 21 y el disco 56. Los extremos de la barra 54 se sitúan y sueldan a los discos 55 y 56.

En el funcionamiento, los miembros transmisores de fuerza, que comprenden el anillo 52, y la barra 54 y los discos 55 y 56 respectivamente, aplican fuerzas al miembro de tirante compuesto que actúa a lo largo de una línea que está inclinada en un pequeño ángulo al eje longitudinal del miembro de tirante compuesto como un resultado del acoplamiento de equilibrio previsto por estos componentes de reacción que actúan perpendiculares a las caras del miembro de tirante compuesto.

El espacio de la realización entre las placas extremas 31 y 32 se llena con aire a presión atmosférica, llenando la presión del fluido el espacio que no tiene efecto en la transmisión de fuerza al miembro de tirante compuesto. Las placas extremas están roscadas internamente en empeno con topes anulares metálicos respectivos 70 para limitar los movimientos debilitantes de los discos 55 y 56. Una construcción alternativa toda soldada de las placas extremas y topes se muestra en la figura 8.

Las placas extremas 31 y 32 están provistas de agujeros de pernos para facilitar a las respectivas conduc-



ciones con bridas para empalmarse a las placas extremas con objeto de llevar los flúidos de los que debe medirse la diferencia en presión en contacto con las superficies exteriores totales de los discos 55 y 56. Un soporte 83 de aluminio o acero inoxidable no ferromagnético se monta en la barra 54, que se empalma en una posición seleccionada por medio de un par de tornillos de presión. El soporte es simétrico con respecto al plano de sección de la figura 7 y una bobina de impulsión 84 y una bobina de aceleración (no mostradas) se sitúan en aberturas respectivas en los extremos opuestos del soporte. La posición del soporte 83 en la barra 54 es tal que los ejes de las bobinas de impulsión y aceleración pasan a través de los puntos centrales de las tiras 11 y 12.

La bobina de impulsión 84 se acopla al circuito de salida y la bobina de aceleración se acopla al circuito de entrada del amplificador de mantenimiento 25, que se encapsula en resina sintética termofraguable y se sitúa dentro de la carcasa 53 entre un espaldón interno y la carcasa y un zuncho situado en una garganta interna en la carcasa.

La barra 54 y un cable 86 que conecta las bobinas de impulsión y aceleración al amplificador 25 pasa a través de una abertura en el amplificador 25. Un suministro de potencia 86 y el medidor de frecuencia 30 se acoplan al amplificador 25 a través de un tapón conector 87 que se fija en un zócalo conector 88 montado en la pared del recipiente 19.

En el funcionamiento, una ligera vibración mecánica o ruido eléctrico que se realiza al excitar el ampli



ficador 25 sirve para iniciar la vibración transversal de las tiras 11 y 12 en una frecuencia de resonancia común en el plano que contiene sus ejes longitudinales. La realimentación a través del amplificador 25 desde la bobina de aceleración a la bobina de impulsión 34 sirve luego para mantener tal vibración, teniendo el amplificador características apropiadas de ganancia y fase. Las tiras vibran en fase entre sí con respecto al eje longitudinal del miembro de tirante compuesto como una consecuencia natural de la forma del miembro del tirante compuesto.

El medidor de frecuencia 30 se acopla al circuito de salida del amplificador 25 y mide la frecuencia de la corriente alterna que fluye en la bobina de impulsión 34. Las bobinas de impulsión y aceleración están provistas de arrollamientos influenciadores respectivos que se alimentan desde el suministro de potencia 36 con corriente directa para establecer campos magnéticos estables. El campo estable de la bobina de impulsión 3 sirve para prevenir que su campo magnético total varíe en dos veces la frecuencia de la vibración transversal de las tiras 11 y 12.

En la figura 9 se muestra un miembro de tirante compuesto de la misma forma y material que el mostrado en la figura 8, pero que tiene medios piezo-eléctricos para excitar y verificar la vibración transversal de las tiras 11 y 12.

Las placas 101 a 104 del material cerámico



piezo-eléctrico, conocido como Brush Clevite PEZ 4, se enlazan al miembro de tirante compuesto, enlazándose las placas de impulsión 101 y 102 a los extremos opuestos de la tira 11 y las placas de aceleración 103 y 104 enlazándose a los extremos opuestos de la tira 12.

Cada una de las placas 101 a 104 está provista de un electrodo de metal, siendo la salida del amplificador de manutención 25, en el funcionamiento, aplicado entre los electrodos de las placas de impulsión 101 y 102, y la diferencia de potencial eléctrica establecida entre los electrodos de las placas de aceleración 103 y 104 como un resultado de la vibración de la tira 12 que se aplica como la entrada a los amplificadores de mantenimiento.

La vibración transversal de las tiras 11 y 12 en el plano que contiene sus ejes longitudinales se mantiene mediante la realimentación a través del amplificador 25, que tiene ganancia y característica de fase apropiadas midiéndose la frecuencia del voltaje alternaante de salida del amplificador por el medidor de frecuencia 30.

Un miembro de tirante compuesto en cuarzo de una realización de la presente invención, se muestra en la figura 10 cortado de una placa de cuarzo que tiene sus caras paralelas al plano Y-Z de los ejes del cristal piezo-eléctrico, mostrándose las direcciones de los ejes de cristal piezo-eléctrico X, Y y Z con respecto al miembro de tirante compuesto, en 111, 112 y 113 respectivamente.

La cara superior del miembro de tirante com -



puesto se ha revestido de cuatro electrodos de metal 114, 115, 116 y 117. Cuatro ultteriores electrodos, no mostrados, formados y dispuestos simillarmente son revestidos en la cara inferior del miembro de tirante compuesto. Los

5. electrodos 114, 116, y los electrodos correspondientes en la cara inferior del miembro de tirante compuesto se conectan al circuito de salida del amplificador de mantenimiento 25, en una forma tal que el electrodo superior interno 114 se conecta directamente al electrodo inferior

10. externo, y el electrodo superior externo 116 se conecta directamente al electrodo inferior interno. Los electrodos 115, 117, y los electrodos correspondientes en la cara inferior del miembro de tirante compuesto se conectan al circuito de entrada del amplificador 25 en forma simillar.

15. Así, en el funcionamiento, los electrodos 114, 116 y los correspondientes electrodos inferiores sirve como electrodos de impulsión y los electrodos 115, 117, y los electrodos inferiores correspondientes sirven como electrodos de aceleración. La vibración transversal de las barras 11

20. y 12 se mantiene mediante realimentación a través del amplificador 25, que tiene características de ganancia y fase apropiadas, midiéndose la frecuencia del voltaje de salida alternaente del amplificador por el medidor de frecuencia

30.

25. Para los miembros de tirante compuestos mostrados en las figuras 7, 9 y 10, la ecuación siguiente da la relación entre la frecuencia  $f$  de la vibración transver-



sal de una tira o barra del miembro de tirante compuesto y la carga  $S$  aplicada a la tira o barra:

$$f = f_0 \sqrt{1 + \frac{S}{S_0}}$$

donde  $f_0$  es una constante para un tirante dado, y

5. 
$$S_0 = \frac{4 \pi^2 EI n^2}{l^2}$$

donde  $E$  es un módulo de Young de elasticidad del material de la tira o barra,

$I$  es el momento del área en sección transversal de la tira o barra,

10.  $l$  es la longitud efectiva de la tira o barra, y  $n$  es un número entero.

El valor de  $l$  puede determinarse empíricamente. Se realizará que  $S_0$  es la carga de flexión lateral de Euler.

15. Aunque aquí se han descrito realizaciones en las que en el funcionamiento los tirantes vibran en una frecuencia de resonancia común, pueden construirse otras realizaciones en las que la frecuencia a las que vibran los tirantes está cercana a una frecuencia de resonancia común. Por ejemplo, la vibración de los tirantes en una realización puede excitarse mediante impulso, decayendo



naturalmente subsiguientemente las vibraciones, y midiéndose la frecuencia de las vibraciones que decaen. Los tirantes de tal realización se hallan solo ligeramente amortiguados, de forma que la frecuencia de las vibraciones, que

5. es la frecuencia natural, es substancialmente en una frecuencia de resonancia común.



341287

N O T A

Descrito el objeto del presente invento, se declaran nuevas y de propia invención las siguientes reivindicaciones:

5. 1.- Aparato medidor de fuerza, que incluye un miembro de tirante común que incorpora dos porciones extremas acopladas entre sí mediante cada una de una pluralidad de tirantes elásticos, que están dispuestos angularmente, regularmente en torno de un eje, caracterizado en que está previsto el aparato dispuesto para ejercer vibraciones transversales de los tirantes substancialmente en una frecuencia de resonancia común, y dispuesto un aparato verificador de vibración para proporcionar una señal representativa de la frecuencia de las citadas vibraciones.

15. 2.- Aparato, según la reivindicación 1, caracterizado en el que el miembro de tirante compuesto comprende un anillo, comprendiendo las citadas porciones extremas segmentos diametralmente opuestos del anillo, a los cuales se aseguran miembros respectivos transmisores de fuerza.

20. 3.- Aparato, según la reivindicación 1, caracterizado en que los tirantes son integrales con las citadas porciones extremas.

341287



- 4.- Aparato, según la reivindicación 1 ó 3, caracterizado en que cada tirante es en la forma de una tira, encarándose una cara respectiva de cada tira al citado eje.
5. 5.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado en que el miembro de tirante compuesto se aloja en un recinto estanco a los fluidos.
10. 6.- Aparato, según la reivindicación 5, caracterizado en que el recinto incluye dos paredes rígidas conectadas móvilmente entre sí y cada una de las citadas porciones extremas está asegurada a un miembro respectivo transmisor de fuerza, que incluye una respectiva de las citadas dos paredes.
15. 7.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado en que una de las citadas porciones extremas se asegura a un miembro transmisor de fuerza, que incluye dos paredes de un recipiente conectadas entre sí, y la otra de las citadas porciones extremas se asegura a una pared rígida ulterior del recipiente conectada móvil a las citadas dos paredes, alojándose el miembro de tirante compuesto en el recipiente entre las citadas dos paredes.
20. 8.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado en que el miembro de tirante compuesto se aloja en un compartimento estanco a los fluidos.
25. 3.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado en que el miembro de tirante compuesto se aloja en un compartimento estanco a los fluidos.



341287

9.- Aparato, según la reivindicación 8, caracterizado en que una de las citadas porciones extremas se asegura a un miembro transmisor de fuerza que incluye una cámara para fluido conectada móvilmente a una pared rígida del recipiente.

5.

10.- Aparato, según la reivindicación 9, caracterizado en que la otra de las citadas porciones extremas se asegura a un miembro ulterior transmisor de fuerza, que incluye una cámara ulterior para fluido conectada móvilmente a la citada pared rígida del recipiente.

10.

11.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado en que están previstos uno o más topes que limitan los movimientos de hundimiento del miembro de tirante compuesto.

12.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado en que el aparato dispuesto para ejercer las citadas vibraciones incluye por lo menos un imán dispuesto para aplicar un campo magnético al tirante.

15.

13.- Aparato, según la reivindicación 12, caracterizado en que los tirantes se forman de un metal no ferromagnético, disponiéndose dos imanes de forma que apliquen campos magnéticos estables transversalmente a través de los tirantes, y los tirantes están conectados en paralelo a un circuito eléctrico del aparato dispuesto para excitar las citadas vibraciones que general y suministran a

20.

25.



Los tirantes una corriente alterna de la misma frecuencia que la citada vibración.

14.- Aparato, según la reivindicación 12, caracterizado en que los tirantes se forman de un metal ferromagnético, siendo el imán un electroimán.

15.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado en que el aparato dispuesto para excitar las citadas vibraciones incluye un dispositivo piezo-eléctrico acoplado mecánicamente al miembro del tirante compuesto.

16.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado en que el miembro de tirante compuesto se forma de material piezo-eléctrico, incluyendo el aparato dispuesto para excitar las citadas vibraciones una pluralidad de electrodos asegurados al miembro de tirante compuesto.

17.- Aparato, según la reivindicación 14, caracterizado en que el aparato verificador de vibración incluye una bobina de aceleración dispuesta para verificar la vibración transversal de por lo menos uno de los tirantes.

18.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado en que el aparato verificador de vibración incluye por lo menos un dispositivo piezo-eléctrico, acoplado mecánicamente al miembro del tirante compuesto.



341287

19.- Aparato, según la reivindicación 16, caracterizado en que el aparato verificador de vibración incluye una pluralidad ulterior de electrodos asegurados al miembro del tirante compuesto.

20.- Aparato, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado en que el aparato dispuesto para excitar las citadas vibraciones y el aparato verificador de vibraciones se acoplan a través de un amplificador para formar un lazo de realimentación oscilatorio, que incluye el miembro de tirante compuesto.

21.- Aparato, según la reivindicación 1, en el que las líneas medias de los tirantes se inclinan de los extremos respectivos de los tirantes hacia el citado eje.

Según se describe y reivindica en la presente memoria que consta de 28 páginas, foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras, acompañadas de los dibujos reglamentarios.

Madrid, a

18 de Mayo 1967

p.a.

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES  
F. E.  
Firmado: JOSÉ RODRIGUEZ

341287



Fig. 1.

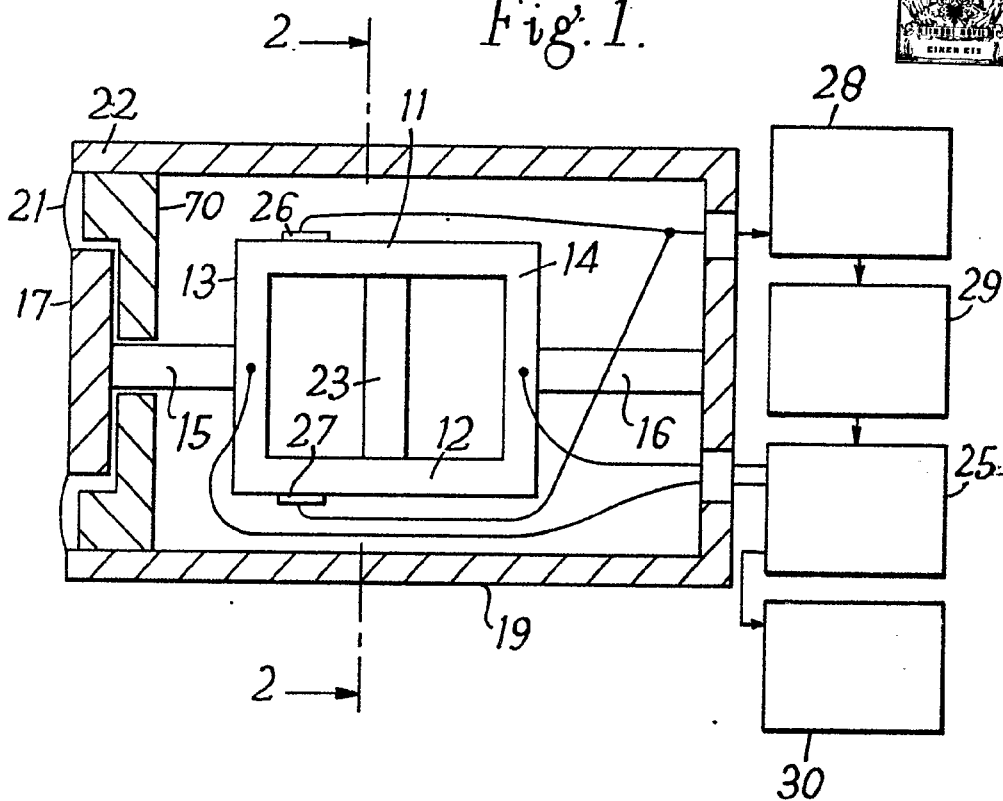
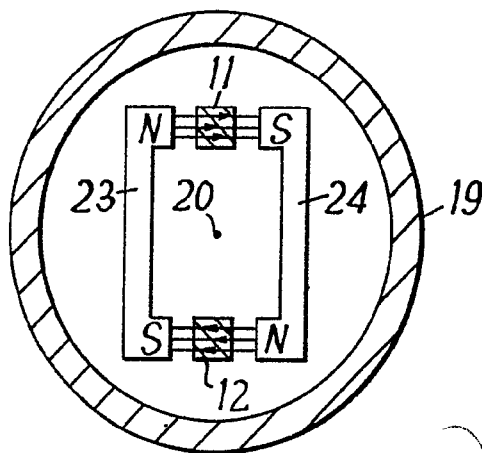


Fig. 2.



Madrid 18 MAYO 1967

Jaime Isern

p.p.

Firmado: JOSÉ RODRIGUEZ

341287



Fig. 3.

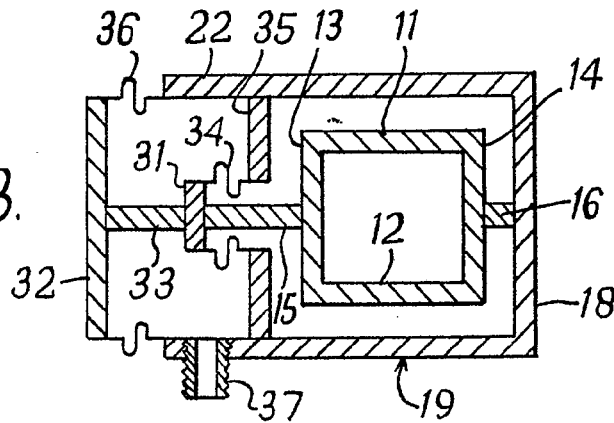


Fig. 4.

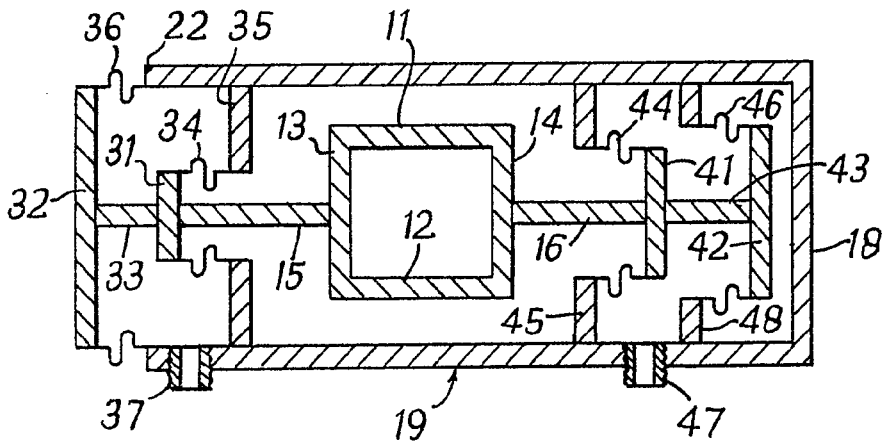


Fig. 5.

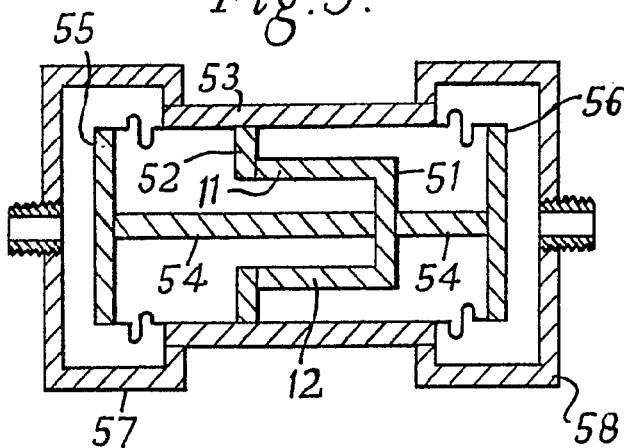
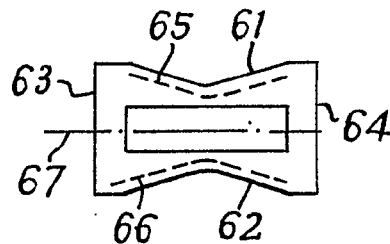


Fig. 6.



Madrid 18 MAYO 1967  
Jaime Isern  
P.P.

Firmado: JOSE RODRIGUEZ



341287

341287

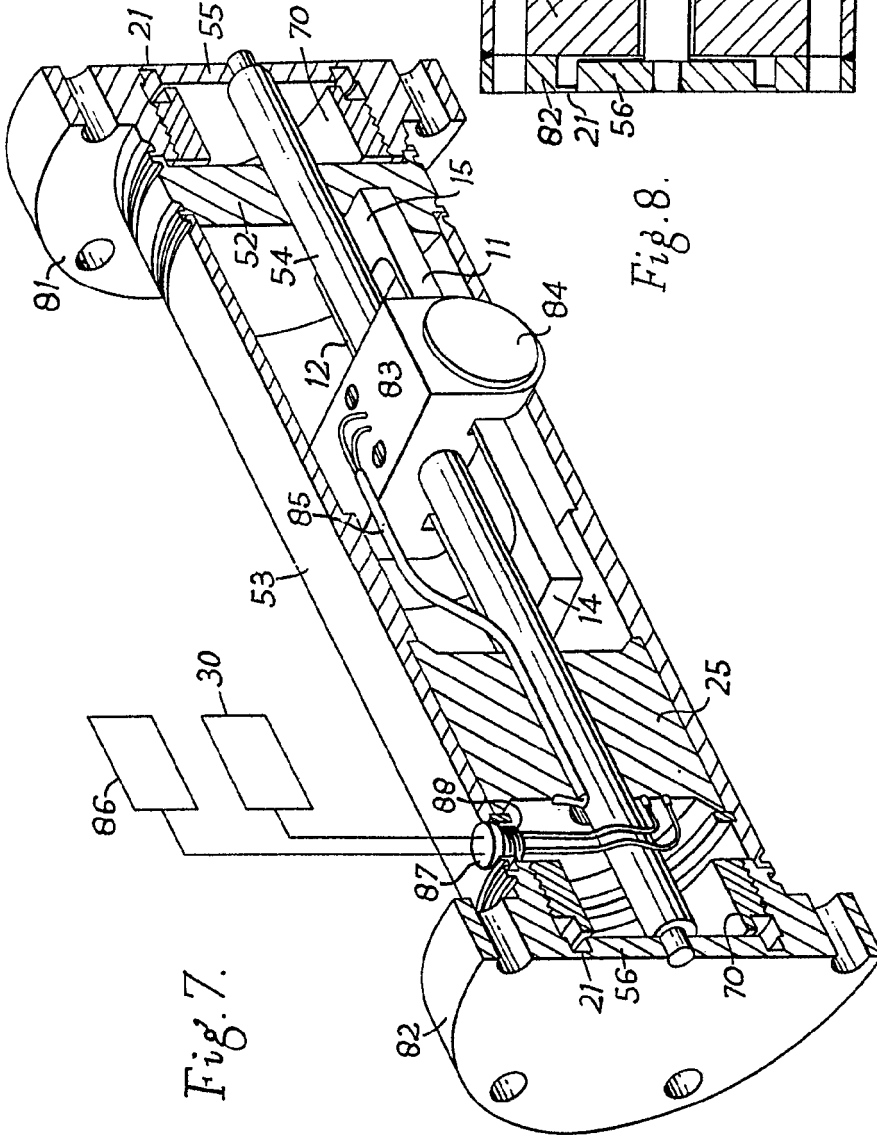


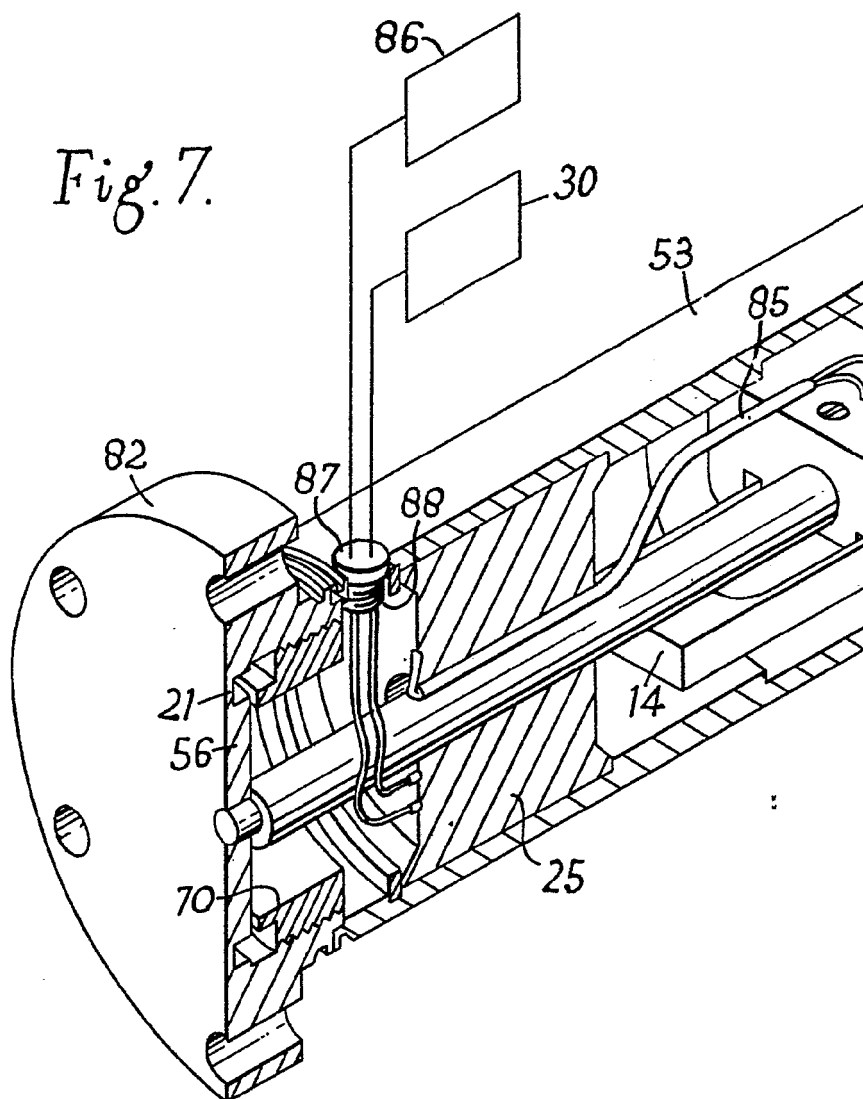
Fig. 7.

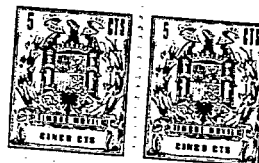
Fig. 8.

Madrid 18 JUN 1957  
 Jaime Isern  
 P.P.  
 FERRAS, JOSE KUBINKOVA

341287

Fig. 7.





341287

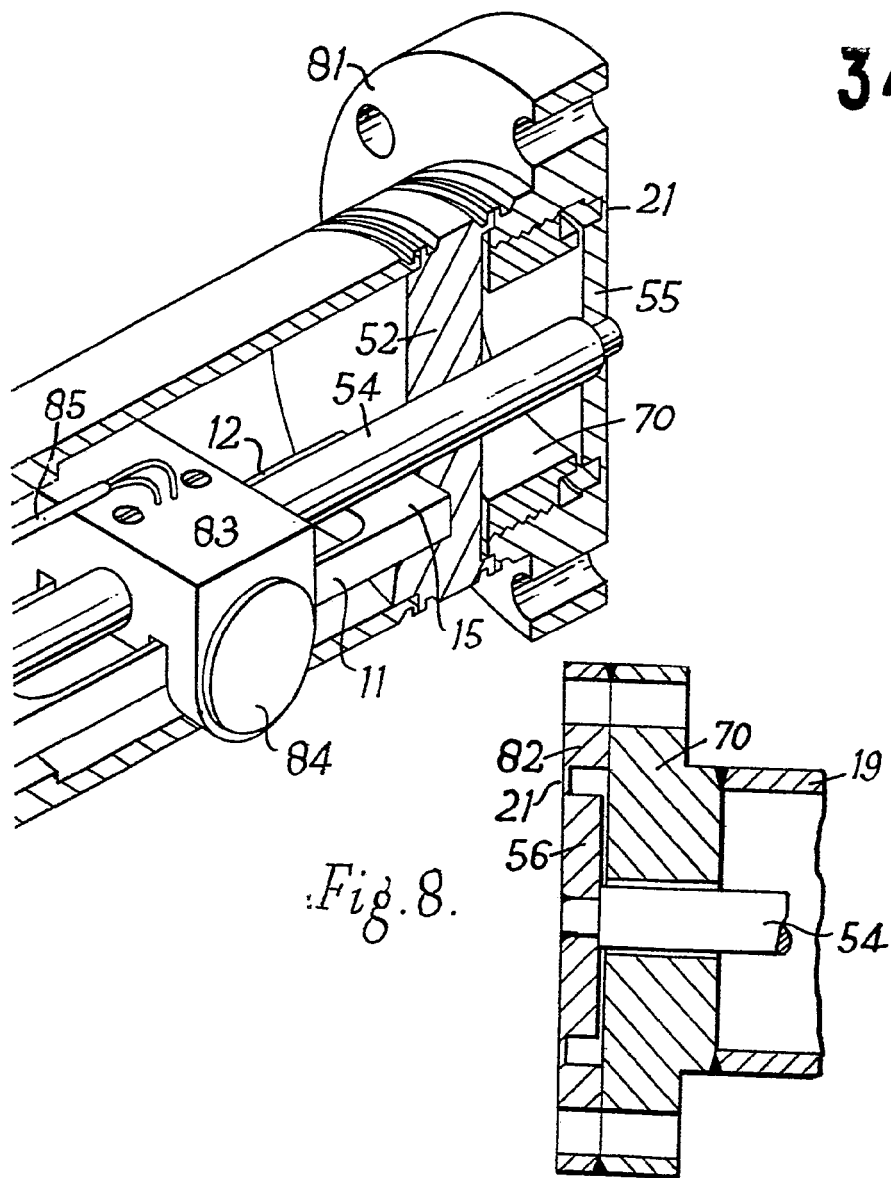


Fig. 8.

Madrid 18 MAYO 1967  
Jaime Isern  
p.p.

Firmado: JOSE RODRIGUEZ

Fig. 9.

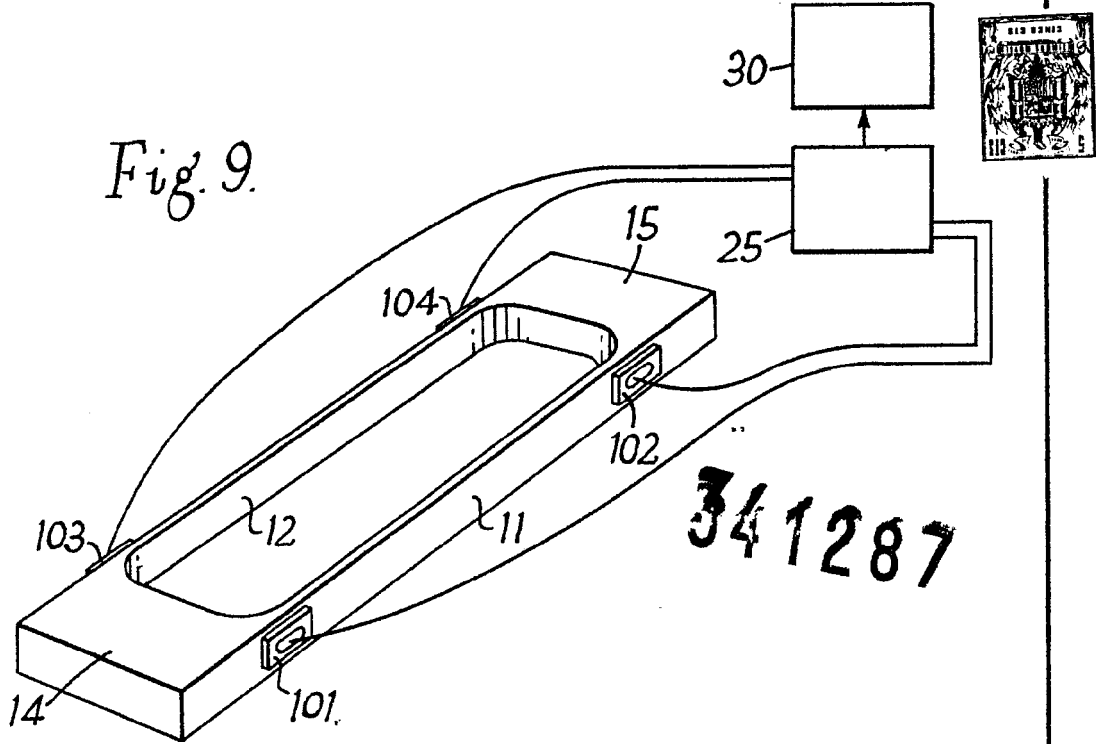
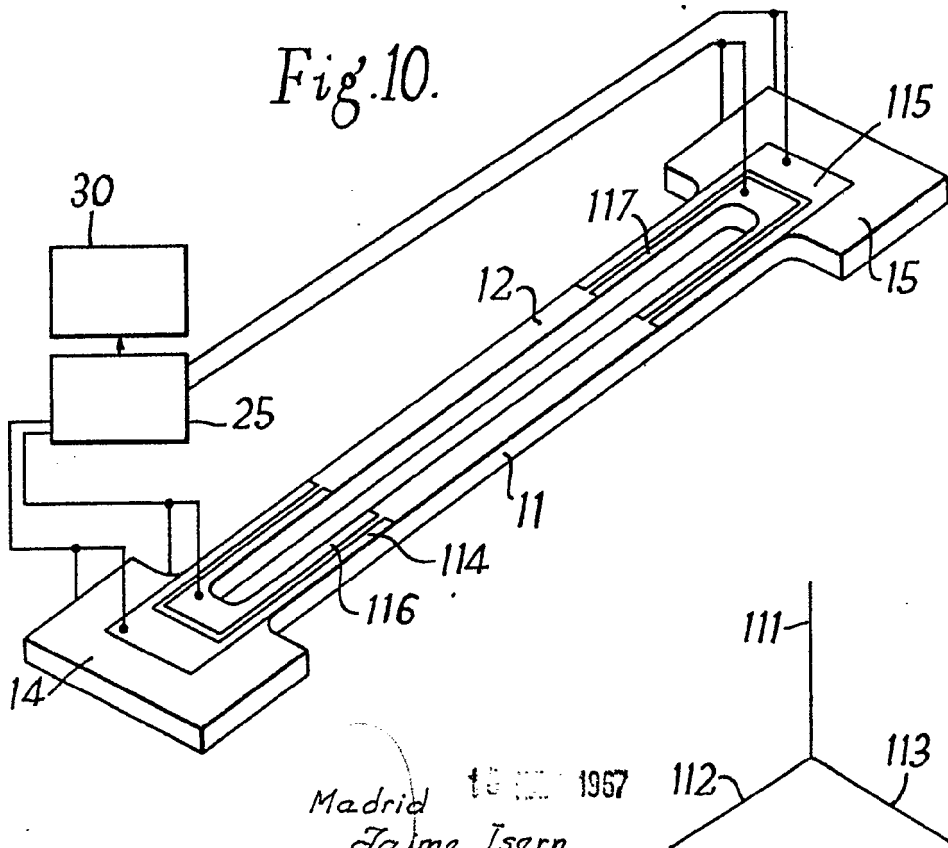


Fig. 10.



Madrid 16 MAR 1957  
Jaime Isern  
P.P.